



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 17 067 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**C 09 K 19/04**  
C 09 K 19/38  
C 09 D 17/00

②① Aktenzeichen: 199 17 067.3  
②② Anmeldetag: 15. 4. 1999  
②③ Offenlegungstag: 19. 10. 2000

DE 199 17 067 A 1

⑦① Anmelder:  
Consortium für elektrochemische Industrie GmbH,  
81379 München, DE  
  
⑦② Vertreter:  
Franke, E., Dr., 81737 München

⑦③ Erfinder:  
Kasch, Michael, Dipl.-Chem. Dr., 82008  
Unterhaching, DE; Küpfer, Jürgen, Dipl.-Chem. Dr.,  
80686 München, DE; Kreuzer, Franz-Heinrich,  
Dipl.-Chem. Dr., 82152 Krailling, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Thermostabile Pigmente, Filme und Effektbeschichtungen sowie Mischungen zu deren Herstellung

⑤⑦ Mischung aus vernetzbaren flüssigkristallinen Substanzen mit chiraler Phase (LC-Mischung), enthaltend polymerisierbare Gruppen, wobei mindestens 90% der polymerisierbaren Gruppen Bestandteil von Molekülen mit mindestens zwei polymerisierbaren Gruppen (Vernetzermolekülen) sind, dadurch gekennzeichnet, daß 3,2 bis 15 mmol polymerisierbare Gruppen/gLC-Mischung vorhanden sind.

DE 199 17 067 A 1

Die Erfindung betrifft thermostabile Pigmente, Filme und Effektbeschichtungen sowie Mischungen zu deren Herstellung.

5 Materialien mit flüssigkristalliner (Liquid-Crystal) Struktur mit chiraler Phase (LC-Materialien) sind bekannt. Die Herstellung solcher Materialien aus LC-Organosiloxanen ist beispielsweise in US-A-5.211.877 beschrieben. Auch Pigmente enthaltend orientierte dreidimensional vernetzte Substanzen mit flüssigkristalliner Struktur mit chiraler Phase (LC-Pigmenten), ihre Herstellung und Verwendung sind beispielsweise aus DE 42 40 743 (entspricht US 5.362.315) bekannt.

10 Ein Problem bei der Verarbeitung von LC-Materialien beispielsweise in Lackierungen ist die je nach Applikationstemperatur unterschiedliche Farbe des Materials. Bei Verwendung von herkömmlichen LC-Materialien (beispielsweise erzeugt aus in US-A-5.211.877 genannten LC-Organosiloxanen oder den in DE-42 40 743 offenbarten LC-Pigmenten) in Lacksystemen ergeben sich bei Verarbeitungstemperaturen von 130°C (der bei der OEM-Lackierung von Fahrzeugkarosserien üblichen Verarbeitungstemperatur) andere Farben als bei einer Verarbeitung von 80°C (der bei Reparaturlackierungen üblichen Verarbeitungstemperatur).

15 Dieses unterschiedliche Verhalten des LC-Pigments wird in der Regel durch Quellung des Pigments bei der Herstellung von Lacken und dem Entquellvorgang beim Trocknen dieser Lacke bewirkt, d. h. durch das Einwirken von Lösungsmitteln auf das Pigment. Durch den Quellvorgang und das dabei gegebenenfalls stattfindende Herauslösen unvernetzter Bestandteile aus dem Pigment wird die Struktur des Pigments verändert. Das Erwärmen des getrockneten Lackfilms führt zu einer ausgeprägten Relaxation der Helix des cholesterischen Flüssigkristalls, d. h. die Ganghöhe der Helix wird verkürzt. Damit verändert sich die Reflexionsmittellängelänge, die sich direkt proportional zur Ganghöhe der Helix verhält. Die Farbe des Pigments verschiebt sich zu kürzeren Wellenlängen hin. Es tritt eine visuell deutlich wahrnehmbare Blauverschiebung ein. Je nach gewählter Verarbeitungstemperatur d. h. Einbrenntemperatur eines solche LC-Pigmente enthaltenden Lackes tritt eine unterschiedliche Relaxation der Helix in den Pigmenten auf. Daraus resultieren 20 die unerwünschten, je nach Verarbeitungstemperatur unterschiedlichen Farbtöne.

EP-A-0887399 (entspricht der US-Anmeldung mit der Serial Number 09/090025) löst dieses Problem dadurch, daß vernetzbare LC-Organosiloxane als Pigmentmaterial gewählt werden, die nach der Vernetzung LC-Pigmente mit Glas- 30 temperaturen ( $T_g$ ) von höchstens 80°C und geringen unvernetzten, extrahierbaren Anteilen ergeben. Damit ist bei jeder Temperatur oberhalb der  $T_g$  eine vollständige und einheitliche Relaxation der Helix erreicht, wodurch bei diesen Temperaturen immer dieselbe Farbe resultiert. Das Eigenschaftsprofil dieser Organosiloxane wird durch entsprechende Wahl von flexiblen Strukturelementen, sog. Spacern, in den LC-Monomeren die den Pigmenten zu Grunde liegen, erreicht. Zwar besitzen diese mit flexiblen Strukturelementen modifizierten Organosiloxane als LC-Pigmente im vernetzten Zustand im Verarbeitungsbereich 80°C–130°C eine recht gute Thermostabilität, doch weisen sie unabhängig davon ein 35 Vernetzungsdichte relativ gering ist. LC-Pigmente aus Mischungen gemäß der EP-A-0887399 (entspricht der US-Anmeldung mit der Serial Number 09/090025) zeigen bei Raumtemperatur starke Wechselwirkungen mit in Lacken üblicherweise verwendeten Lösemitteln, die für eine starke Quellung der Pigmente und damit verbunden für eine visuell deutlich wahrnehmbare Rotverschiebung der Pigmentfarbe sorgen. Daneben bedingt die in der EP-A-0887399 offenbarte Modifizierung der Organosiloxane eine deutliche Kostensteigerung durch zusätzliche aufwendige Syntheseschritte.

40 EP 0 887 398 (entspricht der US-Anmeldung mit der Serial Number 09/100199) zeigt für bekannte LC-Pigmente die Möglichkeit auf, durch Wahl einer geeigneten Matrix ein System zu erhalten, bei dem bei unterschiedlichen Verarbeitungstemperaturen keine visuell wahrnehmbaren Farbunterschiede festgestellt werden können. Dieses System hat den Nachteil, daß der Anwender nicht frei in der Wahl seiner Matrix für die LC-Pigmente ist. Er unterliegt Einschränkungen bei der Wahl der Lackkomponenten (Bindemittel und Lösemittel).

45 EP 0 760 836 (entspricht US 5.807.497) offenbart Interferenzpigmente aus flüssigkristallinen Seitenketten-Polymeren aus niedermolekularen mono- oder difunktionellen Acrylaten, die sich durch höhere Farbbrillanz, höhere Vernetzungsdichte und bessere chemische Beständigkeit in üblichen Lacken sowie einfache Herstellung gegenüber bis dahin bekannten LC-Pigmenten auszeichnen. Auch diese LC-Pigmente besitzen im für Lackierungen relevanten Verarbeitungsbereich von etwa 80°C bis etwa 130°C eine nur unzureichende Thermostabilität, die sich in Verschiebungen der Reflexionsmittellängelängen von mehr als 2 nm äußert.

50 Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Mischung aus vernetzbaren flüssigkristallinen Substanzen mit chiraler Phase (LC-Mischung) zur Verfügung zu stellen, die sich zur Herstellung thermostabiler Pigmente, Filme und Effektbeschichtungen eignet.

Im Sinne der Erfindung ist ein Gegenstand (z. B. ein Pigment, ein Film oder eine Effektbeschichtung) dann thermostabil, wenn er in einem Lack oder einer Kunststoffmatrix in einem Temperaturintervall von 80°C bis 130°C keine visuell 55 wahrnehmbaren Farbunterschiede zeigt.

Ein Farbunterschied wird von Lackanwendern in der Regel dann als visuell nicht wahrnehmbar akzeptiert, wenn der Farbabstand  $\Delta E^*$  nach DIN 5033 und DIN 6174 von zwei bei den genannten Temperaturen hergestellten Lackproben  $\leq 2$  ist (L. Dulog, H. Schweiger, Farbe & Lack 1997, 30–44). Um dieses Ziel auch bei brillanten Pigmenten (Reflexion > 25%) im grünen Farbbereich, in dem das Auge für Farbunterschiede besonders empfindlich ist, zu erreichen, ist es erfahrungsgemäß erforderlich, daß sich die Reflexionsmittellängelängen um  $\leq 2$  nm unterscheiden, wenn die Lackproben 60 bei 80°C bzw. 130°C hergestellt wurden.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine LC-Mischung enthaltend polymerisierbare Gruppen wobei mindestens 90% der polymerisierbaren Gruppen Bestandteil von Molekülen mit mindestens zwei polymerisierbaren Gruppen (Vernetzermolekülen) sind, dadurch gekennzeichnet, daß 3,2 bis 15 mmol polymerisierbare Gruppen/g LC-Mischung vorhanden sind.

Die erfindungsgemäße LC-Mischung enthält als Substanzen an die die polymerisierbaren Gruppen gebunden sind, bevorzugt niedermolekulare, oligomere oder polymere Substanzen oder Mischungen dieser Substanzen mit chiraler Phase. Diese chiralen Phasen können auch thermotrope verdrillte nematische, smektische oder diskotische Phasen sein. Es kann

sich auch um Substanzen mit thermotroper oder lyotroper Phase handeln.

Besonders bevorzugt besteht die erfindungsgemäße LC-Mischung aus Mischungen von Verbindungen der allgemeinen Formel  $Y^1-A^1-M^1-A^2-Y^2$ , worin

$Y^1$  und  $Y^2$  gleich oder verschieden sind und polymerisierbare Gruppen wie beispielsweise Acrylat- oder Methacrylatrest, Epoxidrest, Isocyanat-, Hydroxy-, Vinylether- oder Vinylesterrest bedeuten, und

$A^1$  und  $A^2$  gleiche oder verschiedene Reste der allgemeinen Formel  $C_nH_{2n}$  sind, in der  $n$  eine ganze Zahl von 0 bis 20 ist und eine oder mehrere Methylengruppen durch Sauerstoffatome ersetzt sein können, und

$M^1$  die allgemeine Formel  $-R^1-X^1-R^2-X^2-R^3-X^3-R^4-$  besitzt, wobei  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  und  $R^4$  gleiche oder verschiedene zweibindige Reste ausgewählt aus der Gruppe  $-O-$ ,  $-COO-$ ,  $-CONH-$ ,  $-CO-$ ,  $-S-$ ,  $-C\equiv C-$ ,  $-CH=CH-$ ,  $-N=N-$ ,  $-N=N(O)-$  bedeuten und  $R^2-X^2-R^3$  oder  $R^2-X^2$  oder  $R^2-X^2-R^3-X^3$  auch eine C-C-Bindung sein können und

$X^1$ ,  $X^2$ ,  $X^3$  gleiche oder verschiedene Reste sind ausgewählt aus der Gruppe der 1,4-Phenylene, 1,4-Cyclohexylene, der mit  $B^1$  und/oder  $B^2$  und/oder  $B^3$  substituierten Arylene oder Heteroarylene mit 6 bis 10 Atomen im Arylkern, die 1 bis 3 Heteroatome aus der Gruppe O, N und S enthalten, der mit  $B^1$  und/oder  $B^2$  und/oder  $B^3$  substituierte Cycloalkylene mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen, wobei  $B^1$ ,  $B^2$  und  $B^3$  gleiche oder verschiedene Substituenten ausgewählt aus der Gruppe  $-H$ ,  $C_1-C_{20}$ -Alkyl,  $C-C_{20}$ -Alkoxy,  $C_1-C_{20}$ -Alkylthio,  $C_1-C_{20}$ -Alkylcarbonyl,  $C_1-C_{20}$ -Alkoxycarbonyl,  $C_1-C_{20}$ -Alkylthiocarbonyl,  $-OH$ ,  $-F$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-I$ ,  $-CN$ ,  $-NO_2$ , Formyl, Acetyl und durch Ethersauerstoff, Thioetherschwefel oder Estergruppen unterbrochene Alkyl-, Alkoxy- oder Alkylthioester mit 1–20 Kohlenstoffatomen sein können

mit chiralen Verbindungen der allgemeinen Formel  $V^1-A^1-W^1-Z-W^2-A^2-V^2$ ,

worin  $V^1$  und  $V^2$  gleich oder verschieden sind und einen Acrylat- oder Methacrylatrest, Epoxidrest, Vinylether- oder einen Vinylesterrest, Isocyanatrest,  $C_1-C_{20}$ -Alkyl,  $C_1-C_{20}$ -Alkoxy,  $C_1-C_{20}$ -Alkthio,  $C_1-C_{20}$ -Alkoxycarbonyl,  $C_1-C_{20}$ -Alkylthiocarbonyl,  $-OH$ ,  $-F$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-I$ ,  $-CN$ ,  $-NO_2$ , Formyl, Acetyl und durch Ethersauerstoff, Thioetherschwefel oder Estergruppen unterbrochenen Alkyl-, Alkoxy- oder Alkylthioester mit 1–20 Kohlenstoffatomen bedeutet,

$A^1$  und  $A^2$  die genannte Bedeutung haben und

$W^1$  und  $W^2$  die allgemeine Formel  $-R^1-X^1-R^2-X^2-R^3-$  besitzen, wobei

$R^1$ ,  $R^2$  und  $R^3$  die genannte Bedeutung haben und  $R^2$  oder  $R^2-Z^2$  auch eine C-C-Bindung sein kann und

$X^1$  und  $X^2$  die genannte Bedeutung haben und

$Z$  einen zweibindigen chiralen Rest aus der Gruppe der Dianhydrohexite, Hexosen, Pentosen, Binaphthylidderivate, Biphenylderivate, Weinsäurederivate oder optisch aktiven Glykole bedeutet,

wobei die Konzentration der polymerisierbaren Gruppen von denen sich mindestens 90% an Molekülen mit mindestens zwei polymerisierbaren Gruppen befinden, in der Gesamtmischung zwischen 3,2 und 15 mmol/g beträgt.

Vorzugsweise enthält die erfindungsgemäße LC-Mischung 70 bis 99 Gew.-% Verbindungen der wie oben definierten allgemeinen Formel  $Y^1-A^1-M^1-A^2-Y^2$  und 1 bis 30 Gew.-% Verbindungen der wie oben definierten allgemeinen Formel  $V^1-A^1-W^1-Z-W^2-A^2-V^2$ , wobei die Konzentration der polymerisierbaren Gruppen, von denen sich mindestens 90% an Molekülen mit mindestens zwei polymerisierbaren Gruppen befinden, in der Gesamtmischung zwischen 3,2 und 15 mmol/g beträgt.

Besonders bevorzugt sind je nach Farbeinstellung Mischungen mit 90–95 Gew.-% der Verbindungen der allgemeinen Formel  $Y^1-A^1-M^1-A^2-Y^2$  und 5–10 Gew.-% der Verbindungen der allgemeinen Formel  $V^1-A^1-W^1-Z-W^2-A^2-V^2$ , wobei die Konzentration der polymerisierbaren Gruppen, von denen sich mindestens 90% an Molekülen mit mindestens zwei polymerisierbaren Gruppen befinden, in der Gesamtmischung zwischen 3,2 und 15 mmol/g beträgt.

In einer besonders einfachen Ausführungsform handelt es sich bei der erfindungsgemäßen LC-Mischung um niedermolekulare nematische, vernetzbare unsubstituierte Hydrochinondibenzoat-Derivate mit einem gemittelten Molekulargewicht von 450–800, bevorzugt 460–625 und/oder um Hydrochinonmonobenzoat-Derivate mit einem gemittelten Molekulargewicht von 200–400, bevorzugt 220–300 in Kombination mit einer chiralen Verbindung mit einem gemittelten Molekulargewicht zwischen 500 und 1000, vorzugsweise von 500 bis 700, wobei das gemittelte Molekulargewicht der Gesamtmischung 625 nicht übersteigt.

Die unsubstituierten Hydrochinondibenzoat-Derivate und Hydrochinonmonobenzoat-Derivate besitzen vorzugsweise selbst eine große flüssigkristalline Phasenbreite von 80°C bei einer Klärtemperatur ( $T_c$ ) von vorzugsweise 150°C. Auch Mischungskomponenten mit nicht flüssigkristallinen Eigenschaften sollten die flüssigkristalline Phasenbreite der Gesamtmischung nicht unter 30°C reduzieren. Die Mischungen selbst können auch monotrop flüssigkristallin sein.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, hochvernetzte thermostabile LC-Filme mit chiraler Phase und LC-Pigmente mit chiraler Phase bereitzustellen, die im bei der Verarbeitung üblichen Temperaturbereich von 80°C bis 130°C, in Lacksystemen und anderen polymeren Matrices wie z. B. Flüssigkunststoffen verarbeitet, Reflexionsmittellängenunterschiede 2 nm aufweisen und unterhalb dieses Verarbeitungstemperaturbereichs insbesondere auch bei Raumtemperatur eine im Vergleich zu bekannten LC-Pigmenten reduzierte Wechselwirkung mit Lösemitteln zeigen. Die reduzierte Wechselwirkung zeigt sich vorzugsweise in Form einer reduzierten Quellung und damit Rotverschiebung der Eigenfarbe.

Diese Aufgabe wird gelöst durch LC-Filme und LC-Pigmente bestehend aus vernetzten erfindungsgemäßen LC-Mischungen.

Um die erfindungsgemäßen LC-Filme und -Pigmente mit erhöhter Thermostabilität herzustellen sind bekannte niedermolekulare, difunktionelle Monomere mit hohen Molmassen ungeeignet. Solche beispielsweise in EP 0749466 oder in EP 0 760 836 offenbarten niedermolekularen mono- oder difunktionellen Monomere für chiral nematische Mischungen besitzen zwar überwiegend zwei polymerisierbare Einheiten, doch ist ihr Molekulargewicht im Verhältnis zur Anzahl polymerisierbarer Einheiten groß, so daß z. B. bei einem gemittelten Molekulargewicht der Einzelkomponenten von 650 und zwei polymerisierbaren Einheiten pro Molekül nur lediglich maximal 3,08 mmol polymerisierbare Einheiten pro Gramm Mischung resultieren. Nach Polymerisation solcher Mischungen liegt zwar eine annähernd vollständige Vernetzung vor, doch ist die Anzahl der Netzknotenpunkte pro Volumenelement, d. h. die Vernetzungsdichte, zu niedrig, um eine Lösemittelwechselwirkung des vernetzten Polymeren soweit zu unterbinden, daß Thermostabilität und eine damit einhergehende Farbkonstanz gewährleistet ist.

Erst eine erfindungsgemäße LC-Mischung ermöglicht die Herstellung von thermostabilen LC-Pigmenten, die in einem Verarbeitungstemperaturbereich von 80°C–130°C in einer Matrix wie einem üblichen polymeren Bindemittel Reflexionsmittenwellenlängendifferenzen  $\leq 2$  nm besitzen.

Solche LC-Filme und LC-Pigmente lassen sich nach den im Stand der Technik bekannten Verfahren, wie sie u. a. in den bereits genannten Schriften beschrieben sind, aus einer erfindungsgemäßen LC-Mischung herstellen.

Ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen LC-Films ist dadurch gekennzeichnet, daß eine erfindungsgemäße LC-Mischung in flüssigkristallinem Zustand auf einen glatten Untergrund aufgebracht und orientiert wird, durch Polymerisation der LC-Mischung dreidimensional vernetzt wird und von der Unterlage abgelöst wird.

Die erfindungsgemäße LC-Mischung wird vorzugsweise in einer Dicke von 3 bis 15 µm, besonders bevorzugt 3 bis 6 µm auf die glatte Oberfläche aufgebracht.

Die Orientierung kann beispielsweise durch Scheren mittels einer Rakel oder Walze erfolgen.

Die Polymerisation des orientierten LC Materials kann in an sich bekannter Art und Weise, z. B. radikalisch unter Verwendung handelsüblicher thermischer Initiatoren, durch Elektronenstrahlen oder mit UV-Licht in Kombination mit handelsüblichen Photoinitiatoren oder aber durch Additions- oder Kondensationsreaktionen erfolgen.

Die Vernetzung der erfindungsgemäßen Mischungen im chiralen Strukturzustand erfolgt vorzugsweise mittels einer Polyreaktion, die je nach Art der polymerisierbaren, polykondensierbaren oder polyaddierbaren Gruppen als radikalische, ionische oder metallkatalysierte Polymerisation oder als Polykondensationsreaktion oder als Polyadditionsreaktion abläuft.

Die Initiierung der radikalischen Polymerisation kann thermisch mittels entsprechender Initiatoren oder durch UV-Strahlung unter Verwendung handelsüblicher Photoinitiatoren oder durch hochenergetische Strahlung wie Elektronenstrahlung erfolgen. Ein Vorteil thermischer Radikalpolymerisation oder Polymerisation via Elektronenstrahlhärtung besteht darin, daß der polymerisierbaren Mischung auch Lichtschutzmittel wie UV-Absorber (UVAs) oder Radikalfänger (HALS) zur Stabilisierung der resultierenden Pigmente oder Filme gegen UV-Licht z. B. für Außenanwendungen zugesetzt werden können, ohne daß es zu Einbußen des Polymerisationsumsatzes kommt, wie es bei der UV-Härtung wegen der Abschirmung des Photoinitiators durch einen UVA der Fall ist. Damit erfolgt keine Verringerung der Netzwerkdichte.

Wenn die Aushärtung der LC-Filme peroxidisch oder durch Elektronenstrahlung erfolgt, enthält die erfindungsgemäße LC-Mischung vorzugsweise handelsübliche Lichtschutzmittel wie UV-Absorber oder Radikalfänger in einer Gesamtkonzentration von 0,5 bis 5 Gew.-%.

Neben den Lichtstabilisatoren können die erfindungsgemäßen Mischungen weitere übliche Additive zur Oxidationsinhibierung, Polymerisationsinhibierung oder Additive zur Verbesserung rheologischer Eigenschaften enthalten. Darüber hinaus können auch absorbierende Füllstoffe wie Pigmente oder Ruß sowie Fluoreszenzfarbstoffe bzw. -pigmente enthalten sein.

Die Erfindung betrifft ferner Verfahren zur Herstellung von erfindungsgemäßen LC-Pigmenten.

Ein solches Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß ein erfindungsgemäßer LC-Film in plättchenförmige Partikel zerkleinert wird.

Vorzugsweise werden die LC-Filme zu plättchenförmigen Partikeln mit einem Durchmesser von 5 bis 100 µm, vorzugsweise 10 bis 50 µm zerkleinert.

Pigmente der genannten geometrischen Dimensionen sind bevorzugte Pigmente. Sie lassen sich über ein Korngrößen-selektives Verfahren abtrennen.

Die erfindungsgemäßen LC-Pigmente oder -Filme eignen sich zur Einarbeitung in beliebige Überzugsmittel zur Beschichtung von Gebrauchsgegenständen.

Insbesondere eignen sie sich zur Einarbeitung in Lacke für Fahrzeugkarosserien.

Die Erfindung betrifft somit auch Überzugsmittel, insbesondere Lacke enthaltend erfindungsgemäße LC-Pigmente oder LC-Filme.

Die Erfindung betrifft ferner mit erfindungsgemäßen Überzugsmitteln beschichtete Gebrauchsgegenstände, insbesondere Fahrzeugkarosserien.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Beispielen weiter erläutert. Ein Vergleich der LC-Pigmente aus LC-Mischungen gemäß der Beispiele 5, 6, 7 und 8 mit LC-Pigmenten aus LC-Mischungen nach den Vergleichsbeispielen 1, 2 und 3 zeigt, daß durch die erfindungsgemäßen LC-Mischungen thermostabile LC-Filme und LC-Pigmente mit Reflexionsmittenwellenlängendifferenzen  $\leq 2$  nm im gesamten Verarbeitungstemperaturbereich 80 bis 130°C erhalten werden. Wie aus Beispiel 9 ersichtlich, zeigen die erfindungsgemäßen Pigmente auch bei Raumtemperatur nur geringe Wechselwirkungen mit Lösemitteln.

#### Beispiel 1

a) Zu einer Lösung aus 249 g 4-Hydroxybenzoesäureethylester (1,5 mol), 3 g Kaliumiodid (0,018 mol) und 248 g Kaliumcarbonat (1,8 mol) in 2 l DMF wurde 276,6 g 4-Chlorbutylacetat (1,8 mol) gegeben und 11 h bei 90°C gerührt. Die Reaktionsmischung wurde auf 5 l Eiswasser gegeben, der ausgefallene Niederschlag abgesaugt und mit 4 l Eiswasser gewaschen. Das Rohprodukt wurde in 3 l Ethanol gelöst, mit Kaliumhydroxid (400 g) versetzt und 3 h unter Rückfluß erhitzt. Die Reaktionsmischung wurde auf 6 l Eiswasser gegeben, mit konzentrierter Salzsäure sauer eingestellt und der Niederschlag abfiltriert. Der Niederschlag wurde mit Wasser neutral gewaschen und anschließend getrocknet. Man erhielt 282,1 g 4-(4'-Hydroxybutoxy)-benzoesäure (Ausbeute 89%).

b) Eine Lösung aus 282 g 4-(4'-Hydroxybutoxy)-benzoesäure (1,34 mol), 230 ml frisch destillierter Acrylsäure (3,35 mol), 0,3 g 2,6-Di-tert.-butyl-4-(dimethylaminomethylen)phenol (Ethanox® 703) und 23,7 g p-Toluolsulfonsäure in 1,1 Liter 1,1,1-Trichlorethan wurde 10 h unter Rückfluß am Wasserabscheider erhitzt. Die Reaktionsmischung wurde auf 60°C–70°C abgekühlt, in 2,5 l Petrolether eingerührt und der Niederschlag abfiltriert. Nach Waschen mit Petrolether wurde der Niederschlag bei Raumtemperatur im Vakuum 24 h getrocknet. Man erhält 223,7 g

4-(4'-Acryloxybutoxy)benzoesäure (Ausbeute 60%).

### Beispiel 2

Herstellung einer chiralen Verbindung (2-[4'-(4'-Acryloylbutyloxy)benzoyl]-5-anisoylisosorbid)

a) 902,6 g 2-Acetylisosorbid (4,8 mol), hergestellt nach EP 057 847, Beispiel 1, wurden in 1,7 l Xylol gelöst und mit einer Lösung von 900 g Anisoylchlorid (5,3 mol) in 200 ml Xylol versetzt. Die Mischung wurde 5 h unter Rückfluß erhitzt. Nach vollständigem Umsatz wurde auf Raumtemperatur abgekühlt, wobei das Produkt ausfiel. Der Kristallkuchen wurde abgesaugt und mit 600 ml Petrolether gewaschen und an der Luft getrocknet. Man erhielt 1278,8 g 2-Acetyl-5-anisoylisosorbid (Ausbeute 83%).

b) 639 g 2-Acetyl-5-anisoylisosorbid (1,98 mol) wurden in 2,5 l Methanol vorgelegt und mit 269 ml wässriger 25%-iger Ammoniaklösung (3,96 mol) versetzt. Die Lösung wurde 3 h bei 55°C gerührt. Das Lösemittel und der überschüssige Ammoniak wurden im Vakuum abgedampft und der Rückstand im Vakuum getrocknet. Die Umsetzung von 5-Anisoylisosorbid erfolgte ohne weitere Reinigung.

c) 232,35 g (0,83 mol) des so erhaltenen 5-Anisoylisosorbids, 230,0 g (0,87 mol) 4-(4'-Acryloylbutyloxy)benzoesäure (hergestellt nach Beispiel 1), 30 mg 2,6-Di-*t*-butyl-4-(dimethylaminomethyl)phenol (Ethanox® 703, Ethyl Corp., Baton Rouge, LA 70801) und 5,5 g Dimethylaminopyridin wurden in 1 l Methylenchlorid gelöst und auf 6°C abgekühlt. Bei dieser Temperatur wurden 196,7 g (0,95 mol) DCC zugegeben, 1 h gerührt und anschließend auf Raumtemperatur erwärmt.

Ausgefallener Dicyclohexylharnstoff wurde abfiltriert, das Lösemittel im Vakuum abgezogen und der Rückstand aus 1,5 ml Isopropanol unkristallisiert. Das Kristallisat wurde nochmals mit 1 l Isopropanol gewaschen. Man erhielt 357 g 2-[4'-(4'-Acryloylbutyloxy)benzoyl]-5-anisoylisosorbid (Ausbeute 82%) mit einem Schmelzpunkt von 82°C.

### Beispiel 3

Herstellung einer chiralen Verbindung 2-[4-(Acryloyloxy)benzoyl]-5-(4-methoxybenzoyl)isosorbid

13,3 g 5-Anisoylisosorbid (47,5 mmol), erhältlich nach Beispiel 1b und 10,6 g Triethylamin (104,5 mmol) wurden in 70 ml Toluol gelöst. Bei 80°C wurde eine Lösung von 10 g (47,5 mmol) 4-(Acryloyloxy)benzoylchlorid (hergestellt gemäß Lorkowski, H. J.; Reuther, F. Acta Chim. Acad. Sci. Hung. 1977, 95, 423-34) in 10 ml Toluol zuge tropft. Die Mischung wurde 2 h bei 80°C gerührt, dann wurde bei Raumtemperatur mit 70 ml 1 N Salzsäure versetzt, die organische Phase mit Wasser (2 x 50 ml) und gesättigter Natriumhydrogencarbonat-Lösung (50 ml) gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Der erhaltene Sirup wurde mit 75 ml Isopropanol gerührt. Nach Filtration wurde das 2-[4-(Acryloyloxy)benzoyl]-5-(4-methoxybenzoyl)isosorbid in einer Ausbeute von 11,7 g (54% d. Th.) mit einem Schmp. von 111°C erhalten.

### Beispiel 4

Herstellung einer difunktionellen Komponente 4-(4-Acryloyloxybutoxy)benzoesäure-(4-acryloyloxyphenyl)ester

84,4 g (0,3 mol) 4-(4-Acryloyloxybutoxy)benzoesäurechlorid wurden in Toluol gelöst und die Lösung unter Rühren bei Raumtemperatur zu einem Gemisch aus 49,2 g (0,3 mol) Acrylsäure-(4-hydroxyphenyl)ester, 40,0 g Triethylamin (0,4 mol), 300 ml Toluol und 1 g 2,6-Di-*t*-butyl-4-methylphenol innerhalb 45 min. zuge tropft. Danach wurde für 30 min. auf 50°C erhitzt, noch warm vom entstandenen Amin-Hydrochlorid abfiltriert und zum Filtrat 800 ml Petrolether eingerührt. Dabei fiel das Zielprodukt aus. Nach Abkühlung auf 5°C wurde filtriert, das Produkt bei 40°C in Essigsäureethylester aufgenommen und dreimal mit Wasser extrahiert. Die organische Phase wurde getrocknet, eingengt und der Rückstand aus 200 ml Isopropanol unkristallisiert. Erhalten wurden 100 g an Zielprodukt (82% Ausbeute). Der Schmelzbereich liegt zwischen 103 und 105°C.

Der benötigte Acrylsäure-(4-hydroxyphenyl)ester kann durch selektive Monospaltung von Hydrochinon-bisacrylat mit Natriummethylat analog DE 44 42 831 (entspricht US 5.654.471) in 91% Ausbeute erhalten werden. Das Monoacrylat ist bei Raumtemperatur flüssig. Die Säurekomponente zu obigem Ester, 4-(4-Acryloyloxybutoxy)benzoesäure, ist durch Umsetzung von Essigsäure-(4-chlorbutyl)ester mit 4-Hydroxybenzoesäuremethylester, Verseifung des erhaltenen alkylierten Methylesters zur freien 4-(4-Hydroxybutoxy)benzoesäure und Veresterung am Hydroxybutoxyrest mit Acrylsäure zugänglich. Diese Säure schmilzt bei 124°C (Ausbeute 70%) und kann durch übliche Umsetzung mit Thionylchlorid zum Säurechlorid umgewandelt werden.

### Beispiel 5

Grüne erfindungsgemäße Flüssigkristallmischung aus drei Komponenten

23,93 g Hydrochinon-bis-[4-(4-acryloylbutoxy)-benzoat] (hergestellt nach Broer, D. J.; Mol, G. N.; Challa, G. Makromol. Chem. 1991, 192, 59), 6,6 g 4-(4-Acryloyloxybutoxy)benzoesäure-(4-acryloyloxyphenyl)ester nach Beispiel 4 und 2,81 g (2-[4'-(4'-Acryloylbutyloxy)benzoyl]-5-anisoylisosorbid) nach Beispiel 2 wurden zusammen mit 10 mg Triethylamin und 0,09 g 2,6-Di-*t*-butyl-4-(dimethylaminomethylen)-phenol (Ethanox® 703, Ethyl Corp., Baton Rouge, LA 70801) und 0,33 g Photoinitiator Irgacure® 819 (Ciba Spezialitätenchemie GmbH, Lampertsheim) eingewogen und in Toluol bei 70°C zu einer ca. 25prozentigen Lösung gelöst. Anschließend wurde über eine 1,5 cm dicke Schicht von Ce-

lite® (Fa. Manville Corp., Denver, USA)/Ionsil® (Südchemie AG, München) (95/5) filtriert. Im Hochvakuum wurde das Lösungsmittel entfernt (Restgehalt von < 0.1 Gew.-%). Die so erhaltene flüssigkristalline Mischung besitzt Klärtemperatur von cholesterisch zu isotrop von 125°C. Die Viskosität liegt beträgt bei 90°C ca. 200 mPas. Die Konzentration polymerisierbarer Gruppen dieser Mischung liegt ohne Berücksichtigung des Photoinitiators bei 3.50 mmol/g. Ein daraus bei 93°C nach Beispiel 13 erzeugter LC-Film besitzt eine Reflexionsmittenwellenlänge von 543 nm.

## Beispiel 6

## Rote erfindungsgemäße Flüssigkristallmischung aus drei Komponenten

Analog Beispiel 5 wurde aus 24.09 g Hydrochinon-bis-[4-(4-acryloylbutoxy)-benzoat] (hergestellt nach Broer, D. J.; Mol, G. N.; Challa, G. Makromol. Chem. 1991, 192, 59), 6.6 g 4-(4-Acryloyloxybutoxy)benzoesäure-(4-acryloyloxyphenyl)ester nach Beispiel 4 und 2.32 g (2-[4'-(4'-Acryloylbutoxy)benzoyl]-5-anisoylisosorbid) nach Beispiel 2 sowie 10 mg Triethylamin und 0.09 g 2.6-Di-tert.-butyl-4-(dimethylaminomethylen)-phenol (Ethanox® 703, Ethyl Corp., Baton Rouge, LA 70801) und 0.33 g Photoinitiator Irgacure® 819 eine rote flüssigkristalline Mischung hergestellt, die eine Klärtemperatur von cholesterisch zu isotrop von 130°C aufweist. Die Viskosität dieser Mischung beträgt ca. 108 mPas bei 90°C. Die Konzentration polymerisierbarer Gruppen dieser Mischung liegt ohne Berücksichtigung des Photoinitiators bei 3.52 mmol/g. Ein daraus bei 93°C nach Beispiel 13 erzeugter LC-Film besitzt eine Reflexionsmittenwellenlänge von 637 nm.

## Beispiel 7

## Grüne erfindungsgemäße flüssigkristalline Mischung aus drei Komponenten

Analog Beispiel 5 wurde aus 15.84 g Hydrochinon-bis-[4-(4-acryloylbutoxy)-benzoat], erhältlich nach Broer, D. J.; Mol, G. N.; Challa, G. Makromol. Chem. 1991, 192, 59, 4.4 g 4-(Acryloyloxy)benzoesäure-(4-acryloyloxyphenyl)ester, erhältlich gemäß EP 0358074, Beispiel 1, und 1.76 g (2-[4'-(4'-Acryloylbutoxy)benzoyl]-5-anisoylisosorbid) nach Beispiel 2 sowie 10 mg Triethylamin und 0.09 g 2.6-Di-tert.-butyl-4-(dimethylaminomethylen)-phenol (Ethanox® 703, Ethyl Corp., Baton Rouge, LA 70801) und 0.22 g Photoinitiator Irgacure® 819 eine grüne flüssigkristalline Mischung hergestellt, die eine Klärtemperatur von cholesterisch zu isotrop von 140°C aufweist. Die Viskosität dieser Mischung beträgt ca. 112 mPas bei 90°C. Die Konzentration polymerisierbarer Gruppen dieser Mischung liegt ohne Berücksichtigung des Photoinitiators bei 3.78 mmol/g. Ein daraus bei 95°C nach Beispiel 13 erzeugter LC-Film besitzt eine Reflexionsmittenwellenlänge von 530 nm.

## Beispiel 8

## Blaugrüne erfindungsgemäße flüssigkristalline Mischung aus zwei Komponenten

50.55 g Hydrochinon-bis-[4-(4-acryloylbutoxy)-benzoat], erhältlich nach Broer, D. J.; Mol, G. N.; Challa, G. Makromol. Chem. 1991, 192, 59, 0.55 g Photoinitiator Irgacure® 819, 17 mg Triethylamin und 0.09 g 2.6-Di-tert.-butyl-4-(dimethylaminomethylen)-phenol (Ethanox® 703, Ethyl Corp., Baton Rouge, LA 70801) und 29.81 g einer 14,93%igen toluolischen 2-[4-(Acryloyloxy)benzoyl]-5-(4-methoxybenzoyl)isobis-2,2,6,6-tetramethyl-4-pyridinyl-Lösung (erhältlich nach Beispiel 3) wurden eingewogen. Mittels KPG-Rührer wurde die Mischung bei 150°C Ölbadtemperatur homogenisiert, bis eine klare Lösung entstand. Durch vorsichtiges Anlegen von Vakuum wird der kleine Anteil an Toluol abgezogen. Bei 1 mbar Vakuum wurde solange gerührt, bis die Mischung isotrop aufgeschmolzen war (ca. 10 Minuten). Es wurde sofort abgekühlt, bis die Substanztemperatur ca. 80–90°C betrug. Die Mischung besitzt eine Klärtemperatur von cholesterisch zu isotrop von 142°C sowie eine Viskosität von ca. 200 mPas bei 80°C. Die Konzentration polymerisierbarer Gruppen dieser Mischung liegt ohne Berücksichtigung des Photoinitiators bei 3.21 mmol/g. Ein daraus bei 95°C nach Beispiel 13 erzeugter LC-Film besitzt eine Reflexionsmittenwellenlänge von 515 nm.

## Vergleichsbeispiel 1

## Grüne flüssigkristalline Mischung entsprechend DE 42 40 743 Beispiel 4A

Es wurde eine grüne flüssigkristalline Mischung entsprechend Beispiel 4A der DE 42 40 743 hergestellt. Diese flüssigkristalline Mischung enthält ohne Berücksichtigung des Photoinitiators 1.67 mmol/g polymerisierbarer Gruppen. Ein daraus bei 90° nach Beispiel 13 erzeugter LC-Film besitzt eine Reflexionsmittenwellenlänge von 516 nm.

## Vergleichsbeispiel 2

## Grüne Flüssigkristallmischung entsprechend EP 0749466 (WO 95/24454)

Eine grüne flüssigkristalline Mischung wurde analog der allgemeinen Vorschrift zur Herstellung cholesterischer Mischungen der EP 0749466 aus je 11.25 Gew.-% der Komponenten K6, K7, K10 und K11 aus Bsp. 88, Mischung 36, und den Komponenten K1, K2, K4 und K5 aus Bsp. 92, Mischung 40, sowie 10 Gew.-% der chiralen Komponente K10 aus Bsp. 78, Mischung 26, unter Zusatz von 0.8 Gew.-% Photoinitiator Irgacure® 907 (Ciba Spezialitätenchemie GmbH, Lampertsheim) hergestellt. Die Mischung besitzt eine Klärtemperatur von cholesterisch zu isotrop von 92°C und enthält ohne Berücksichtigung des Photoinitiators 3.04 mmol/g polymerisierbare Gruppen. Ein daraus bei 50°C nach Beispiel

13 hergestellter LC-Film besitzt eine Reflexionsmittenwellenlänge von 545 nm.

### Vergleichsbeispiel 3

Grüne Flüssigkristallmischung entsprechend EP 0760836

Es wurde eine grüne flüssigkristalline Mischung analog der allgemeinen Vorschrift zur Herstellung cholesterischer Mischungen der EP 0760836 aus 58 Gew.-% Di-[4-(6-acryloyloxy)-hexyloxy]-benzoesäure-1,4-(2-methyl)-phenyldiester als nematischer Komponente und 42 Gew.-% Cholesteryl-3,5-di-(4-acryloyloxybutoxy)-benzoat als chiraler Komponente hergestellt. Der Mischung wurden 1 Gew.-% des Photoinitiators Irgacure® 819 (Ciba Spezialitätenchemie GmbH, Lampertsheim) und 2000 ppm 2,6-Di-tert.-butyl-4-(dimethylaminomethyl)-phenol (Ethanox® 703, Ethyl Corp., Baton Rouge, LA 70801) als Stabilisator zugesetzt. Die Mischung besitzt eine Klärtemperatur von cholesterisch zu isotrop von 61°C. Sie enthält ohne Berücksichtigung des Photoinitiators 2,79 mmol/g polymerisierbarer Gruppen. Ein daraus bei 42°C nach Beispiel 13 erzeugter LC-Film besitzt eine Reflexionsmittenwellenlänge von 522 nm.

### Beispiel 9

Wechselwirkung von Pigmenten mit Toluol bei Raumtemperatur

Der Boden einer 1 cm-Küvette wurde mit Pigmenten mit chiraler Struktur bedeckt, und die Küvette mit Toluol aufgefüllt. Nach einer Stunde wurden die Pigmente in der Küvette geschüttelt, woraufhin man die Pigmente wieder zu Boden sinken ließ. Mit einem Reflexionsaufsatz wurde die Reflexionsmittenwellenlänge der gequollenen Pigmente mit einem UV/VIS-Spektrometer, Modell Lambda 19 der Fa. Perkin-Elmer, bestimmt und mit der Reflexionsmittenwellenlänge, auf demselben Meßgerät vermessen, des entsprechenden LC-Films, aus dem das Pigment gewonnen worden war, verglichen.

| Pigmenttyp  | Reflexionsmittenwellenlänge des zugehörigen Films [nm] | Reflexionsmittenwellenlänge des Pigments in Toluol/1h [nm] | Wellenlängendifferenz (Rotshift/Quellung) [nm] |
|---|--|--|--|
| LC-Pigment analog<br>EP-A-0887399,<br>Bsp. 13 B** | 540  | 710  | 170  |
| Erfindungsgemäßes Pigment nach<br>Bsp. 8          | 505  | 506  | 1  |

### Beispiel 10

Herstellung der farbgebenden LC-Filme

Die in den Beispielen 5 bis 8 und den Vergleichsbeispielen aufgeführten Monomermischungen aus vernetzbaren nematisch(er)n Komponente(n) und chiraler polymerisierbarer Komponente wurden gemäß der in US-A-5.362.315 (entspricht EP 0 685 674) beschriebenen Vorgehensweise durch Rakelauftrag auf einer PET-Trägerfolie in der cholesterischen Phase bei der jeweils im Beispiel genannten Temperatur zu 3–10 µm dicken Schichten orientiert und durch UV-Licht mit einer UV<sub>A</sub>-Dosis von ca. 300–600 mJcm<sup>-2</sup> ausgehärtet. Dabei erhielt man LC-Filme der jeweils in den Beispielen angegebenen Farbe bei orthogonaler Aufsicht. Unter von der Orthogonalen abweichenden Betrachtungswinkeln zeigten diese LC-Filme eine jeweils zu kürzeren Wellenlängen verschobene Farbe.

## Beispiel 11

## Herstellung der LC-Pigmente

Der photovernetzte farbgebende LC-Film wurde von der Trägerfolie abgelöst, wobei LC-Rohschollen erhalten wurden. Diese Rohschollen wurden anschließend mit einer Luftstrahlmühle (Firma Reisch) zerkleinert. Das erhaltene Mahlgut wurde gesiebt und eine Siebfraction mit einer mittleren Größe von etwa 30 µm für eine weitere Verarbeitung verwendet.

## Beispiel 12

## Herstellung eines erfindungsgemäßen Lackes

Die gemäß Beispiel 11 erhaltenen LC-Pigmente wurden mit einem Klarlack im Verhältnis 1 : 9 Gewichtsteilen gemischt. Als Klarlack wurde ein Zweikomponenten-Decklack "Standex" der Firma Herberts, dem der Härter erst kurz vor der Verarbeitung zugesetzt wurde, oder ein konventionelles Acrylat-Melaminharz-Bindemittelsystem der Firma Herberts für die Kraftfahrzeugreparaturlackierung verwendet. Die Viskosität wurde mit einem Verdünner auf eine Auslaufzeit von 80 sec. aus einem DIN-4-Auslaufbecher eingestellt.

## Beispiel 13

## Thermostabile LC-Effektlackierungen eines Glanzkartons

Die Mischung aus Pigment und Bindemittel gemäß Bsp. 12 wurde über Nacht stehen gelassen und mit einem Filmziehgerät (Fa. Erichsen, D-58675 Hemer) auf schwarzen Glanzkarton aufgetragen, wobei die Spalthöhe 180 µm und die Ziehgeschwindigkeit 10 mm/sec betragen. Nach einer Abluftzeit von 10 min. bei Raumtemperatur wurden die Proben 1 h bei 80°C bzw. 1 h bei 130°C getempert. Die Reflexionsspektren der bei den unterschiedlichen Temperaturen eingebrannten Lackmuster wurden mit einem Farbmeßgerät CM 508/d der Fa. Minolta (D-22923 Ahrensburg) bestimmt. Als Vergleichsmaterial wurden Pigmente aus LC-Mischungen nach Beispielen 9, 10 und 11 hergestellt und entsprechend appliziert sowie bewertet (Konzentration polymerisierbarer Gruppen < 3.2 mmol/g).

| Pigmente aus Beispielmischung | Polymerisierbare Gruppen [mmol/g] | Reflexionsmittenwellenlänge [nm] | Reflexionsmittenwellenlängendifferenz (nm) [(1 h/80°C) / (1 h/130°C)] |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| B 5                           | 3.50                              | 543                              | 1   |
| B 6                           | 3.52                              | 637                              | 1   |
| B 7                           | 3.78                              | 530                              | 2   |
| B 8                           | 3.21                              | 515                              | <1  |
| V 1                           | 1.67                              | 516                              | 11  |
| V 2                           | 3.04                              | 545                              | 3   |
| V 3                           | 2.79                              | 522                              | 4   |

## Patentansprüche

- Mischung aus vernetzbaren flüssigkristallinen Substanzen mit chiraler Phase (LC-Mischung), enthaltend polymerisierbare Gruppen, wobei mindestens 90% der polymerisierbaren Gruppen Bestandteil von Molekülen mit mindestens zwei polymerisierbaren Gruppen (Vernetzermolekülen) sind, dadurch gekennzeichnet, daß 3,2 bis 15 mmol polymerisierbare Gruppen/g LC-Mischung vorhanden sind.
- Mischung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Substanzen mit chiraler Phase enthaltend polymerisierbare Gruppen, niedermolekulare, oligomere oder polymere Substanzen mit chiraler Phase oder Mischungen dieser Substanzen sind.
- Mischung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus Mischungen von Verbindungen der allgemeinen Formel  $Y^1-A^1-M^1-A^2-Y^2$ , worin  $Y^1$  und  $Y^2$  gleich oder verschieden sind und polymerisierbare Gruppen wie beispielsweise Acrylat- oder Methacrylatrest, Epoxidrest, Isocyanat-, Hydroxy-, Vinylether- oder Vinylesterrest bedeuten, und



- $A^1$  und  $A^2$  gleiche oder verschiedene Reste der allgemeinen Formel  $C_nH_{2n}$  sind, in der  $n$  eine ganze Zahl von 0 bis 20 ist und eine oder mehrere Methylengruppen durch Sauerstoffatome ersetzt sein können, und  $M^1$  die allgemeine Formel  $-R^1-X^1-R^2-X^2-R^3-X^3-R^4-$  besitzt, wobei  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  und  $R^4$  gleiche oder verschiedene zweibindige Reste ausgewählt aus der Gruppe  $-O-$ ,  $-COO-$ ,  $-CONH-$ ,  $-CO-$ ,  $-S-$ ,  $-C\equiv C-$ ,  $-CH=CH-$ ,  $-N=N-$ ,  $-N=N(O)-$  bedeuten und  $R^2-X^2-R^3$  oder  $R^2-X^2$  oder  $R^2-X^2-R^3-X^3$  auch eine C-C-Bindung sein können und  $X^1$ ,  $X^2$ ,  $X^3$  gleiche oder verschiedene Reste sind ausgewählt aus der Gruppe der 1,4-Phenylene, 1,4-Cyclohexylene, der mit  $B^1$  und/oder  $B^2$  und/oder  $B^3$  substituierten Arylene oder Heteroarylene mit 6 bis 10 Atomen im Arylkern, die 1 bis 3 Heteroatome aus der Gruppe O, N und S enthalten, der mit  $B^1$  und/oder  $B^2$  und/oder  $B^3$  substituierte Cycloalkylene mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen, wobei  $B^1$ ,  $B^2$  und  $B^3$  gleiche oder verschiedene Substituenten ausgewählt aus der Gruppe  $-H$ ,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkyl,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkoxy,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkylthio,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkylcarbonyl,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkoxy carbonyl,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkylthiocarbonyl,  $-OII$ ,  $-F$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-I$ ,  $-CN$ ,  $-NO_2$ , Formyl, Acetyl und durch Ethersauerstoff, Thioetherschwefel oder Estergruppen unterbrochene Alkyl-, Alkoxy- oder Alkylthioester mit 1-20 Kohlenstoffatomen sein können
- mit chiralen Verbindungen der allgemeinen Formel  $V^1-A^1-W^1-Z-W^2-A^2-V^2$ , worin  $V^1$  und  $V^2$  gleich oder verschieden sind und einen Acrylat- oder Methacrylatrest, Epoxidrest, Vinylether- oder einen Vinylesterrest, Isocyanatrest,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkyl,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkoxy,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkylthio,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkoxy carbonyl,  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkylthiocarbonyl,  $-OH$ ,  $-F$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-I$ ,  $-CN$ ,  $-NO_2$ , Formyl, Acetyl und durch Ethersauerstoff, Thioetherschwefel oder Estergruppen unterbrochenen Alkyl-, Alkoxy- oder Alkylthioester mit 1-20 Kohlenstoffatomen bedeutet,  $A^1$  und  $A^2$  die genannte Bedeutung haben und  $W^1$  und  $W^2$  die allgemeine Formel  $-R^1-X^1-R^2-X^2-R^3-$  besitzen, wobei  $R^1$ ,  $R^2$  und  $R^3$  die genannte Bedeutung haben und  $R^2$  oder  $R^2-Z^2$  auch eine C-C-Bindung sein kann und  $X^1$  und  $X^2$  die genannte Bedeutung haben und  $Z$  einen zweibindigen chiralen Rest aus der Gruppe der Dianhydrohexite, Hexosen, Pentosen, Binaphthyllderivate, Biphenyllderivate, Weinsäurederivate oder optisch aktiven Glykole bedeutet, bestehen, wobei die Konzentration der polymerisierbaren Gruppen von denen sich mindestens 90% an Molekülen mit mindestens zwei polymerisierbaren Gruppen befinden, in der Gesamtmischung zwischen 3, 2 und 15 mmol/g beträgt.
4. Mischung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie 70 bis 99 Gew.-% Verbindungen der allgemeinen Formel  $Y^1-A^1-M^1-A^2-Y^2$  und 1 bis 30 Gew.-% Verbindungen der allgemeinen Formel  $V^1-A^1-W^1-Z-W^2-A^2-V^2$  enthält.
5. LC-Filme oder LC-Pigmente bestehend aus vernetzten erfindungsgemäßen LC-Mischungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4.
6. Verfahren zur Herstellung eines LC-Films gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine LC-Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 in flüssigkristallinem Zustand auf einen glatte Untergrund aufgebracht und orientiert wird, durch Polymerisation der LC-Mischung dreidimensional vernetzt wird und von der Unterlage abgelöst wird.
7. Verfahren zur Herstellung von LC-Pigmenten gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein LC-Film gemäß Anspruch 5 in plättchenförmige Partikel zerkleinert wird.
8. Überzugsmittel, enthaltend LC-Pigmente oder LC-Filme gemäß Anspruch 5.

- Leerseite -